

PENGUNAAN METILAMIN SEBAGAI ABSORBEN CO₂ UNTUK PENGUKURAN KARBON-14 PADA SAMPEL TERUMBU KARANG ASAL KEPULAUAN SPERMONDE

Andi Agung Perdana*, Alfian Noor, Maming, dan Muhammad Zakir

Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Hasanuddin

Kampus Tamalanrea, Makassar, 90245

*email : perdhana.agung@gmail.com

Abstrak. Penggunaan senyawa metilamin sebagai absorben CO₂ untuk mengukur aktivitas karbon-14 pada sampel terumbu karang telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk penentuan umur sampel terumbu karang melalui pengukuran aktifitas karbon-14 dengan metode LSC (Liquid Scintillation Counting). Pengambilan sampel dilakukan di pulau Langkai yang jauh dari aktivitas manusia. Preparasi sampel meliputi pencucian fisika dan pencucian kimia hingga menghasilkan sampel bersih berwarna putih. Karbon pada sampel dilepaskan sebagai CO₂ melalui reaksi dengan HCl 10 % dan diserap oleh metilamin menghasilkan senyawa karbamat. Karbon yang terjerap dalam 1 mL absorber adalah 0,044 gram yang diketahui dari hasil pengurangan bobot sebelum dan setelah absorpsi. Aktifitas spesifik pada sampel terumbu karang adalah 14,56 DPM/g C. Umur sampel terumbu karang yang dihitung berdasarkan nilai aktivitas spesifik adalah $408,48 \pm 43,69$ tahun.

Kata Kunci: LSC (*Liquid Scintillation Counting*), karbon-14, Absorben CO₂, Pulau Langkai.

Abstract. Utilization of methylamine as CO₂ absorbent to measure carbon-14 activity of coral sample has been done. The objective of this research is to Determine the age of Coral Sample through Activity Measurements of carbon-14 with LSC (Liquid Scintillation Counting) method. Sample were taken from Langkai Island which is far from human activities. Sample preparation includes physical and chemical leaching to produce a clean white sample. Carbon in the sample was released as CO₂ by reaction with HCl 10 % and then absorbed by methylamine yield carbamate compound. Absorbed carbon in 1 mL absorber was 0,044 g from the results of weight reduction before and after absorption. The specific activity of the coral sample was 14.56 DPM/g C. Age of the coral sample based on the specific activity was 408.48 ± 43.69 years.

Keywords : LSC (Liquid Scintillation Counter), Carbon-14, CO₂ Absorption, Langkai Island

PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan ekosistem di dasar laut tropis yang dibangun terutama oleh biota laut penghasil kapur (CaCO₃) yakni karang hermatifik yang hidup bersimbiosis mutualisme dengan

zooxanthellae, sejenis alga uniseluler yang terdapat pada jaringan-jaringan polip binatang karang dan melakukan fotosintesis. Dalam simbiosis, zooxanthellae menghasilkan oksigen dan senyawa organik melalui fotosintesis yang akan dimanfaatkan

oleh karang, sedangkan karang menghasilkan komponen inorganik berupa nitrat, fosfat, dan karbon dioksida untuk keperluan hidup zooxanthellae. Hasil samping dari aktivitas ini adalah endapan kalsium karbonat (Wahyuni, 2011).

Tingkat keragaman karang di pulau Spermonde cukup tinggi karena terdapat 78 genera dan sub genera, serta 262 spesies. Beberapa jenis spesies terumbu karang dan berbagai biota laut lainnya di kepulauan Spermonde merupakan spesies langka (Moll, 1983 dalam Jompa, 2005). Disisi lain kajian tentang genesis kepulauan Spermonde sebagai paparan berbasis karang masih merupakan misteri khususnya dalam menguak informasi tentang kapan dan bagaimana terjadinya pembentukan karang tersebut.

Umur suatu sampel dapat ditentukan dengan mengukur radioaktivitas suatu unsur yang terdapat dalam sampel tersebut. Salah satu unsur radioaktif yang dapat diukur adalah isotop dari unsur karbon, yakni karbon-14 (^{14}C). Unsur ^{14}C merupakan isotop karbon yang memancarkan partikel beta (β^-) dan akan meluruh dalam kurun waktu 5730 tahun menjadi ^{14}N yang stabil (Clark dan Fritz, 1997). Unsur ^{14}C bereaksi dengan oksigen menjadi karbon dioksida yang selanjutnya akan diserap oleh tanaman untuk fotosintesis. Selanjutnya ^{14}C akan tersebar ke seluruh makhluk hidup melalui siklus makanan. Keberadaan ^{14}C pada bahan organik merupakan dasar dari penanggalan radiokarbon untuk memperkirakan umur pada sampel-sampel arkeologi, geologi, dan hidrologi.

Analisis ^{14}C dalam sampel dapat diukur dengan mengonversi karbon menjadi gas seperti karbondioksida yang kemudian dimasukkan ke dalam detektor yang peka terhadap sinar beta (Hidayat, 2008).

Beberapa tahun terakhir ini para ahli telah mengembangkan instrumentasi radiasi dalam mengukur radiasi dengan intensitas yang sangat rendah. Dimana instrumen tersebut dirancang khusus untuk mencacah dengan intensitas radiasi latar yang sangat rendah (*Low Background Counter*). Instrumen radiasi tersebut adalah pencacah sintilasi cair atau yang disebut dengan LSC (*Liquid Scintillation Counter*) (Tjahaja dan Mutia, 2000).

Terdapat dua metode pra-perlakuan sampel dalam analisis radiokarbon dengan menggunakan LSC. Metode pertama yaitu metode sintesis benzena dan asetilen, dimana sampel dicacah dengan pencacah sintilasi gas dalam bentuk asetilen atau dicacah dengan pencacah sintilasi cair dalam bentuk benzena. Metode kedua yaitu metode absorpsi dimana karbon diserap dalam bentuk CO_2 oleh absorber. Metode absorpsi merupakan metode yang lebih efektif karena proses yang lebih aman, mudah, dan singkat dibanding dengan metode sintesis benzena. Senyawa amina primer merupakan absorben yang paling efektif untuk digunakan sebagai absorber, hal ini karena senyawa amina primer mampu mengabsorpsi gas CO_2 dalam kapasitas besar dan memiliki selektivitas yang tinggi untuk gas CO_2 (Kim dan Kim, 2004), (Yudha, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Satrio dan Sidauruk, 2009, senyawa amina primer 2-metoksietilamin sangat relevan digunakan sebagai absorber. Senyawa 2-metoksietilamin memberi nilai cacahan relatif stabil pada pengujian blanko dan standar. Meski demikian senyawa ini sulit untuk didapatkan di pasaran dan memiliki

harga yang relatif mahal sehingga diperlukan alternatif absorber yang lebih ekonomis dan mudah didapatkan. Salah satu senyawa amina primer yang umum, mudah didapatkan, dan lebih ekonomis ialah senyawa metilamin. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukanlah penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan: alat-alat gelas yang umum digunakan dalam laboratorium, erlemeyer, gelas beker, cawan petri, labu semprot, buret, pipet skala, pipet volume, pipet tetes, labu ukur, gelas ukur, bulb, pengaduk, *hotplate*, rangkaian alat absorpsi, impinger, kolom absorpsi, alat pencacah LSC Hidex 300 SL, vial sintilator, Penggaris, statif, mortal, sarung tangan, keranjang, oven dan palu.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan HCl 5 M, HCl 10 %, HCl 37 %, NaOH 1 M, NaOH 5 M, HClO₄ 1 N, KOH 0,1 N, H₃PO₄ 85%, H₂O₂ 30%, BaCl₂ 10%, AgNO₃ 0,5 M, *silica gel*, Metil Orange (MO), Phenol Thalein (PP), gas N₂, terumbu karang, sintilator Aqualight, kertas saring, aluminium foil, *tissued* dan aquades.

Prosedur

Pengambilan Sampel

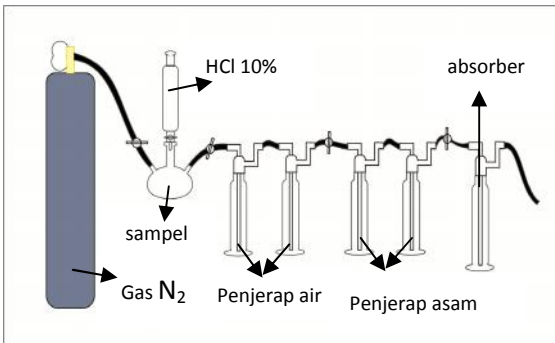
Sampel diperoleh dari pulau Langkai kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan, dengan kedalaman 4-5 meter dari permukaan laut. Pengambilan contoh terumbu karang dibantu oleh penyelam SCUBA dengan alat bantu berupa dril dan palu.

Pencucian Sampel

Pencucian sampel melalui dua tahap yakni pencucian fisika dan pencucian kimia. Sampel terumbu karang dicuci pada air mengalir dengan disikat kemudian dibilas dengan aquades hingga bersih. Setelah pencucian fisik, sampel dikeringkan. Sampel direndam dengan campuran H₂O₂ 30 % dan NaOH 1 N dengan perbandingan 1:1 dan diultrasonik selama 10 menit lalu dibilas dengan aquades sambil disikat. Selanjutnya sampel direndam kembali kedalam campuran H₂O₂ 30 % dan HClO₄ 1 % dengan perbandingan 1:1 lalu dibilas kembali dengan aquades. Sampel kemudian direndam dalam 10 mL larutan HCl 10 % selama 15-60 detik dan dibilas kembali dengan aquades. Sampel yang telah bersih berwarna putih. Setelah proses pencucian selesai, sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai kering.

Absorpsi CO₂

Sebanyak 40 g sampel terumbu karang yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam labu alas bulat dan dirangkai sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Setelah itu, rangkaian dijenuhkan dengan gas N₂ untuk menghilangkan kontaminan CO₂ dalam rangkaian alat. Setelah jenuh, aliran gas N₂ dihentikan kemudian sampel direaksikan dengan HCl 10 %. gas CO₂ yang dihasilkan dialirkan melalui penyerap asam dan penyerap air hingga ke kolom absorben CO₂ yang berisi senyawa metilamin. Jumlah CO₂ yang terserap ditentukan berdasarkan bobot sebelum dan setelah absorpsi. Metode yang sama diterapkan pada proses absorpsi background marmer.



Gambar 1. Desain alat pemisahan karbonat sebagai CO₂ sampel terumbu karang

Pencacahan Karbon-14

Sebanyak 8 mL sampel dicampur dengan 12 mL sintillator ke dalam vial 20 mL. Campuran dikocok hingga homogen dan dijaga dari cahaya. Vial kemudian diletakkan pada *tray* kemudian dicacah dengan LSC Hidex 300 SL.

Penghitungan Umur Sampel Terumbu Karang

Umur terumbu karang dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A}$$

- A = Aktivitas spesifik
A₀ = Aktivitas spesifik ¹⁴C sampel saat hidup (15,3 DPM/g C)
t_{1/2} = Waktu paruh ¹⁴C (5730 tahun)
Ln2 = 0,693

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel

Sampel terumbu karang diambil di pulau Langkai yang merupakan pulau terluar dari gugusan kepulauan spermonde pada koordinat S: 05° 01' 47,055" E: 119° 05' 50,272".. Selain itu, kondisi terumbu karang pada pulau tersebut relatif lebih baik dibanding pulau lain, sebab pulau Langkai jauh dari aktifitas manusia.



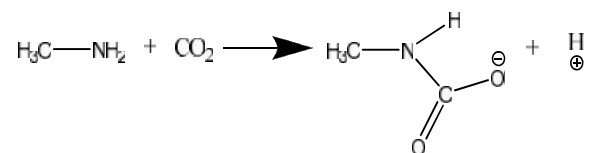
Gambar 2. Sampel terumbu karang asal pulau Langkai kepulauan Spermonde.

Pencucian sampel

Pencucian sampel bertujuan untuk menghilangkan pengotor organik maupun anorganik. Sampel yang telah dicuci berwarna putih dan lebih bersih dibandingkan sebelumnya yang berwarna kuning kecoklatan. Terdapat perbedaan bobot sampel sebelum dan setelah dilakukan pencucian. Hal ini karena hilangnya pengotor yang melekat pada permukaan sampel. Bobot sampel sebelum dicuci adalah sebesar 276,505 g dan setelah dicuci berkurang menjadi 252,653 g. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa bobot yang hilang setelah proses pencucian dilakukan adalah sebesar 8,63 %.

Absorpsi CO₂

Gas CO₂ yang dilepaskan dari hasil reaksi antara sampel dan HCl akan diserap oleh metilamin membentuk senyawa karbamat melalui reaksi berikut:



Gambar 3. Reaksi antara metilamin dan gas CO₂

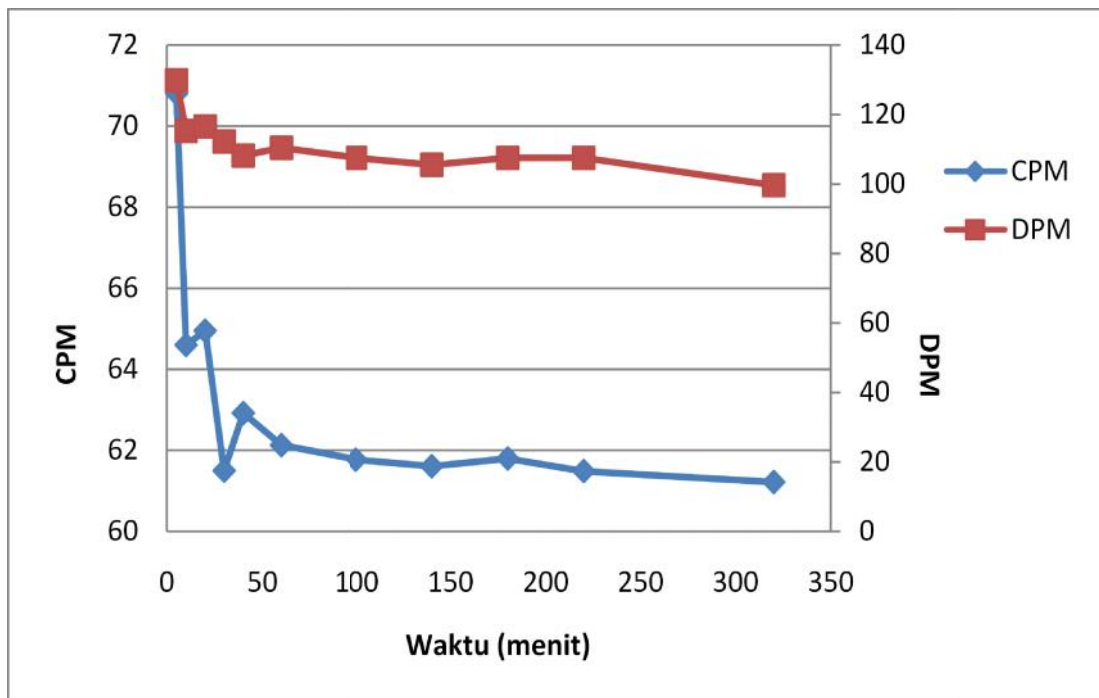
Reaksi tersebut berlangsung secara eksotermis ditandai dengan meningkatnya suhu larutan absorber. Proses absorpsi

dihentikan ketika larutan absorber telah jenuh. Suhu berangsur-angsur kembali ke temperatur ruangan pada kondisi jenuh. Total karbon yang terserap dihitung berdasarkan selisih bobot penimbangan sebelum dan setelah proses absorpsi. Senyawa metilamin bersifat *volatile* sehingga penimbangan dilakukan persatu mililiter absorber. Jumlah CO₂ yang diabsorpsi dalam 1 mL metilamin adalah 0,044 g. Efisiensi absorpsi metilamin adalah sebesar 8,7 % diperoleh dari hasil bagi total

CO₂ yang terserap dalam 40 mL metilamin dan Mr CO₂.

Pencacahan Karbon-14

Pencacahan sampel dilakukan hingga diperoleh waktu optimum pencacahan sampel. Hasil pencacahan penentuan waktu optimum dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil pengukuran aktivitas karbon-14 dengan LSC Hidex 300 SL berupa nilai cacahan per menit (CPM) dan nilai desintegrasi per menit (DPM).



Gambar 4. Hasil pengukuran waktu optimum

Pada Gambar 4. terlihat bahwa waktu optimum berada pada 140 menit. Pada menit ke-140 nilai CPM stabil dan tidak menunjukkan perubahan signifikan pada cacahan selanjutnya. Nilai aktivitas ¹⁴C yang berfluktuasi diakibatkan oleh efek pendar kimiawi (*chemiluminescence*) ketika pencacahan berlangsung dan ketidakstabilan fasa antara larutan karbamat dengan

sintilator pada awal proses pencacahan. Ketidakstabilan fasa disebabkan oleh efek pemadaman (*quenching*). Setelah diperoleh waktu optimum, pencacahan dilanjutkan untuk menentukan nilai rata-rata cacahan pada waktu optimum. Hal yang sama juga dilakukan pada background. Untuk pengukuran background digunakan marmer sebagai sumber karbon. Marmer merupakan

sumber karbon dengan umur yang sangat tua sehingga mengandung Karbon-14 dengan aktivitas yang sangat rendah. Hasil

pencacahan untuk penentuan nilai rata-rata cacahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data pencacahan aktivitas spesifik rata-rata sampel dan backgorund

Waktu Cacahan (menit)	CPM		DPM	
	CPM s	CPM b	DPM s	DPM b
140	65,930	59,710	107,400	105,670
	63,370	59,370	102,860	102,750
	65,129	59,730	105,480	101,430
	63,920	60,200	103,780	103,270
	64,530	59,600	103,670	103,000
Rata-rata	64,576	59,722	104,638	103,224

CPM = *Count Per Minute*

DPM = *Disintegration Per Minute*

Berdasarkan data pada Tabel 1, dilakukan perhitungan aktivitas spesifik rata-rata ^{14}C pada sampel. Aktivitas spesifik dapat dihitung dengan membagi nilai DPM koreksi (DPMs – DPMb) dengan total karbon yang terserap dalam 8 mL sampel. Aktivitas spesifik yang diperoleh adalah senilai 14,56 DPM/gC.

Penghitungan Umur Sampel Terumbu Karang

Nilai aktivitas spesifik yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam persamaan rumus,

$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A}$$

dari hasil perhitungan, umur sampel terumbu karang yang diperoleh adalah senilai $408,48 \pm 43,69$ tahun.

KESIMPULAN

Aktivitas spesifik sampel sebesar 14,56 DPM/g C dan umur sampel yang diperoleh adalah $408,48 \pm 43,69$ tahun. Senyawa metilamin dapat digunakan sebagai absorber CO_2 dengan efisiensi sebesar 8,7 %.

DAFTAR PUSTAKA

Clark, D.I. dan Fritz, P., 1997, *Environmental Isotopes in*

- Hydrogeology*, Lewis Publishers, New York.
- Hidayat, 2008, Penarikan Radiokarbon Endapan Kuarter Daerah Danau Tonando Sulawesi Utara, *Jurnal Bahan Galian Industri Pusat Survei Geologi Badan Geologi (DESDM)*, Bandung, Vol 12 (33);33-46.
- Jompa, J., Moka, W., Yanuarita, D., 2005, *Kondisi Ekosistem Perairan Kepulauan Spermonde: Keterkaitannya dengan Pemanfaatan Sumberdaya Laut di Kepulauan Spermonde*, Divisi Kelautan Pusat Kegiatan Penelitian, Universitas Hasanuddin.
- Kim, S. dan Kim, H.T., 2004, Aspen Simulation Of CO₂ Absorption System With Various Amine Solution, Dept. of Energy Studies, Ajou University, Korea, 49 (1).
- Satrio, 2009, Penentuan Umur Karbon dengan Metode Absorpsi CO₂, *SIGMA*, 12 (1): 47-54.
- Satrio dan Sidauruk, P., 2010, 2-Metoksietilamin Sebagai Alternatif Absorber CO₂ Untuk Analisis ¹⁴C Dalam Tanah dan Air Tanah, *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 6 (2).
- Tjahaja, I.P., dan Mutiah, 2000, Metode Pencacahan Sintilasi Cair : Salah Satu Alternatif untuk Pengukuran dan Total dalam Sampel Lingkungan, *Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology*, 1 (1) : 31-46.
- Wahyuni, E.A., *Ekosistem Terumbu Karang*, (Online), (<http://marinesscience92.files.wordpress.com/2011/09/tm13-terumbu-karang-g-eva.pdf>, diakses pada tanggal 19 maret 2014, pukul 8.52 WITA).
- Yu, C.H., Huang, C.H., Tan, C.S., 2012, A Review of CO₂ Capture by Absorption and Adsorption, *Aerosol and Air Quality Research*, 12: 745-769.